

JUMLAH IDEAL ARMADA TRANSJAKARTA DI HALTE JURUSAN KAMPUNG MELAYU - ANCOL SAAT JAM SIBUK (PEAK HOUR)

Rini Sulianti *)

Peneliti Badan Litbang Perhubungan
Jalan Merdeka Timur Nomor 5 Jakarta Pusat

ABSTRACT

Public transport services to passengers Transjakarta still felt lacking. One of them form time to wait for a bus at Terminal Kampung Melayu Transjakarta. Until now, people still frequently heard complaints of having to manunggu long to be transported. In addition, many passengers scramble to enter the bus can also be a reason for any inconvenience this Transjakarta bus. Transportation planning is of paramount importance in realizing the availability of transportation facilities. Learning from the successes of other countries is also no less important. Related to the above, it is necessary to study the needs of the fleet at the stop Transjakarta Busway Programs Kampung Melayu - Ancol during peak hours (peak hours).

By utilizing queuing theory, obtained by the ideal amount needed for fleet Transjakarta during peak hours is 1 vehicle every 2 minutes.

Keywords: Peak Hours, Queue, Stop Bus

PENDAHULUAN

Terminal Kampung Melayu merupakan salah satu terminal yang cukup padat di Jakarta Timur. Terminal ini merupakan lokasi transit dari berbagai sudut kota di Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta dan sekitarnya. Selain itu, di terminal ini juga terdapat berbagai fider Transjakarta baik Bus Kota, Angkot, Metromini, dan Kopaja. Salah satu sarana ketersediaan publik transport yang banyak diminati penumpang di terminal ini adalah Transjakarta atau lebih dikenal dengan Bus Way. Kebijakan Pemerintah Propinsi DKI Jakarta untuk mensterilkan jalur busway cukup mendapatkan respon baik dari penumpang Transjakarta dengan semakin meningkatnya jumlah penumpang setiap harinya. Kecepatan pelayanan yang disebabkan tidak tersendatnya prasarana jalan

akibat kemacetan merupakan kebutuhan utama dari penumpang. Selain itu, kenyamanan juga menjadikan alasan utama penumpang publik transport yang lain untuk berpindah memanfaatkan sarana transportasi yang disediakan oleh pemerintah ini.

Meskipun jumlah penumpang yang memanfaatkan publik transport Transjakarta ini semakin hari semakin bertambah, tetapi kurangnya ketersediaan armada juga merupakan penyebab tidak inginnya pengguna kendaraan pribadi untuk beralih ke Transjakarta. Pelayanan kepada penumpang masih dirasakan kurang, yang salah satunya berupa waktu menunggu kehadiran bus Transjakarta di Terminal Kampung Melayu. Hingga saat ini masih sering terdengar keluhan masyarakat karena harus menunggu lama untuk dapat terangkut. Selain itu,

berjubelnya penumpang yang berebut untuk dapat masuk dalam bus juga menjadi alasan ketidaknyamanan menggunakan bus Transjakarta ini.

Masyarakat Kota Jakarta dan sekitarnya mengharapkan Pemerintah Propinsi DKI Jakarta dapat mencontoh kesuksesan negara tetangga seperti Singapura dalam menyediakan publik transport seperti BRT (*Bus Rapit Transit*) maupun MRT (*Mass Rapit Transit*). Di negara tersebut, pemerintah mengutamakan ketersediaan sarana dan prasarana transportasi. Oleh sebab itu, pengguna kendaraan pribadi dapat di minimalisirkan. Selain itu, di tiap-tiap halte BRT (*Bus Rapit Transit*) maupun stasiun MRT (*Mass Rapit Transit*) tidak terjadi antrian penumpang sepadat di halte-halte Transjakarta seperti di Terminal Kampung Melayu, Pulau Gadung, Harmoni, dan sebagainya.

Perencanaan transportasi merupakan hal terpenting dalam mewujudkan ketersediaan sarana dan prasarana transportasi. Belajar dari kesuksesan negara lain juga merupakan hal yang tidak kalah pentingnya. Terkait dengan hal tersebut diatas, maka perlu dilakukan penelitian kebutuhan armada Transjakarta di Terminal Kampung Melayu saat jam sibuk (*peak hours*).

TINJAUAN PUSTAKA

A. Transportasi dan Angkutan Umum

1. Bus Rapid Transit atau disingkat BRT adalah sebuah sistem bus yang cepat, nyaman, aman dan tepat waktu dari infrastruktur, kendaraan dan jadwal. Menggunakan bus untuk melayani servis yang kualitasnya lebih baik dibandingkan servis bus yang lain.

Setiap sistem BRT pasti menggunakan sistem imprevantasi yang berbeda, walaupun improventasinya berbagi dengan sistem BRT yang lain. Hasil dari sistem tadi untuk mendekati *rail transit* jika masih menikmati keamanan dan tarif bus. Negara yang memakai BRT ada di Amerika Utara, di Eropa dan Australia dinamai busway dan nama tersebut juga dipakai di Indonesia, sedangkan negara lain memanggilnya *quality bus* atau servis bus mudah saat mencapai kualitas tinggi.

2. *Bus rapid transit* memakai sebagian nama dari *rapid transit* yang mendeskripsikan transportasi rel berkapasitas tinggi atau kita bisa memanggilnya *right-of-way*. Kereta *rapid transit* memakai terowongan bawah tanah, dan tipikal kereta berbadan panjang dalam jalur pendek dalam beberapa menit.
3. Berdasarkan, *Juknis LLAJ*, 1995, Terminal Transportasi merupakan:
 - a. Titik simpul dalam jaringan transportasi jalan yang berfungsi sebagai pelayanan umum.
 - b. Tempat pengendalian, pengawasan, pengaturan dan pengoperasian lalu lintas.
 - c. Prasarana angkutan yang merupakan bagian dari sistem transportasi untuk melancarkan arus penumpang dan barang.
 - d. Unsur tata ruang yang mempunyai peranan penting bagi efisiensi kehidupan kota.
4. Berdasarkan, *Juknis LLAJ*, 1995. Terminal adalah prasarana transportasi jalan untuk keperluan menurunkan dan menaikkan penumpang, perpindahan intra dan/atau antar moda

transportasi serta mengatur kedatangan dan pemberangkatan kendaraan umum. Fungsi Terminal Angkutan Jalan dapat ditinjau dari 3 unsur:

- a. **Fungsi terminal bagi penumpang**, adalah untuk kenyamanan menunggu, kenyamanan perpindahan dari satu moda atau kendaraan ke moda atau kendaraan lain, tempat fasilitas-fasilitas informasi dan fasilitas parkir kendaraan pribadi.
 - b. **Fungsi terminal bagi pemerintah**, adalah dari segi perencanaan dan manajemen lalu lintas untuk menata lalulintas dan angkutan serta menghindari dari kemacetan, sumber pemungutan retribusi dan sebagai pengendali kendaraan umum.
 - c. **Fungsi terminal bagi operator/pengusaha** adalah pengaturan operasi bus, penyediaan fasilitas istirahat dan informasi bagi awak bus dan sebagai fasilitas pangkalan.
5. Menurut **Warpani (2002)**, transportasi atau perangkutan adalah kegiatan perpindahan orang dan barang dari satu tempat (asal) ke tempat lain (tujuan) dengan menggunakan sarana (kendaraan). Dalam sistem transportasi, keseimbangan antara moda transportasi dengan jumlah barang atau orang yang diangkut. Jika keseimbangan ini tidak bisa terpenuhi yang terjadi hanyalah masalah-masalah transportasi. Kapasitas moda angkutan yang lebih kecil dari jumlah barang atau orang yang diangkut maka yang terjadi semakin rendah tingkat keamanan dan kenyamanan. Tetapi apabila kapasitas moda angkutan lebih besar dari barang atau orang yang diangkut maka yang terjadi adalah semakin tinggi tingkat keamanan dan kenyamanan.
6. Lalu lintas (*traffic*) adalah kegiatan lalu lintas atau gerak kendaraan, orang, atau hewan di jalanan. Menurut **Blunden:1971** dalam **Warpani:1990**, usaha memindahkan orang atau barang hamper selalu menimbulkan lalu lintas. Ketidakseimbangan antara kapasitas jalan dengan volume pengguna jalan dapat mengakibatkan masalah lalu lintas, seperti kemacetan dan kecelakaan lalu lintas.
7. Menurut **Morlok (1991)**, komponen utama dalam transportasi adalah sebagai berikut :
- a. Manusia dan barang (yang diangkut)
 - b. Kendaraan (alat angkut)
 - c. Jalan (tempat pergerakan)
 - d. Terminal (simpul sistem transportasi)
8. Menurut **Warpani (2002)**, fungsi dasar dari transportasi adalah sebagai penunjang, pemacu, dan pemicu. Berfungsi sebagai penunjang dan pemicu apabila dipandang dari sisi melayani dan meningkatkan pembangunan serta melayani dan mendorong berbagai kebutuhan lain. Berfungsi sebagai pemicu bila dipandang sebagai pembangkit perkembangan dan pertumbuhan suatu wilayah untuk mendukung aktivitas manusia. Transportasi sebagai pendukung aktivitas manusia seperti aktivitas ekonomi, sosial, pendidikan, rekreasi dan hiburan, dan kebudayaan. Moda untuk melakukan aktivitas itu tergantung dengan kebutuhan pengguna transportasi tersebut.

9. Berdasarkan, *Juknis LLAJ*, 1995, Terminal dibedakan berdasarkan jenis angkutan, menjadi:

- a. **Terminal Penumpang**, adalah prasarana transportasi jalan untuk keperluan menaikkan dan menurunkan penumpang, perpindahan intra dan/atau antar moda transportasi serta pengaturan kedatangan dan pemberangkatan kendaraan umum.
- b. **Terminal Barang**, adalah prasarana transportasi jalan untuk keperluan membongkar dan memuat barang serta perpindahan intra dan/atau antar moda transportasi.

10. **Pola tata guna lahan** adalah pelayanan angkutan umum diusahakan mampu menyediakan aksesibilitas yang baik. Untuk memenuhi hal itu, lintasan trayek angkutan umum diusahakan melewati tata guna tanah dengan potensi permintaan yang tinggi.

11. **Pola pergerakan penumpang angkutan umum** adalah rute angkutan yang baik adalah arah yang mengikuti pola pergerakan penumpang.

Berdasarkan pendapat-pendapat ahli-ahli tersebut, sistem transportasi dalam suatu kota merupakan gabungan dari elemen-elemen jalan dan terminal, kendaraan, dan sistem pengoperasian yang saling terkait dan tetap harus seimbang. Organisasi yang mengelola sistem perangkutan di Indonesia pada tingkat nasional adalah Kementerian Perhubungan.

B. Pelayanan Publik

Pelayanan publik atau pelayanan umum dapat didefinisikan sebagai segala bentuk

jasa pelayanan, baik dalam bentuk barang publik maupun jasa publik yang pada prinsipnya menjadi tanggung jawab dan dilaksanakan oleh Instansi Pemerintah di Pusat, di Daerah, dan di lingkungan Badan Usaha Milik Negara atau Badan Usaha Milik Daerah, dalam rangka upaya pemenuhan kebutuhan masyarakat maupun dalam rangka pelaksanaan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Ada lima karakteristik yang dapat dipakai untuk membedakan ketiga jenis penyelenggaraan pelayanan publik tersebut, yaitu:

1. Adaptabilitas layanan. Ini berarti derajat perubahan layanan sesuai dengan tuntutan perubahan yang diminta oleh pengguna.
2. Posisi tawar pengguna/klien. Semakin tinggi posisi tawar pengguna/klien, maka akan semakin tinggi pula peluang pengguna untuk meminta pelayanan yang lebih baik.
3. Type pasar. Karakteristik ini menggambarkan jumlah penyelenggara pelayanan yang ada, dan hubungannya dengan pengguna/klien.
4. *Locus kontrol*. Karakteristik ini menjelaskan siapa yang memegang kontrol atas transaksi, apakah pengguna ataukah penyelenggara pelayanan.
5. Sifat pelayanan. Hal ini menunjukkan kepentingan pengguna atau penyelenggara pelayanan yang lebih dominan.

C. Teori Antrean Dalam Matematika

Matematika telah lama ada, dan terus bersama-sama dengan adanya pikiran manusia. Dari sejarah telah terbukti bahwa matematika telah dimanfaatkan untuk kebutuhan praktis yang dapat diamati.

Terhadap matematika telah diberikan berbagai definisi oleh para ahli matematika, namun belum ada satupun definisi yang mendapat kesepakatan oleh para ahli tersebut sebagai satu-satunya definisi matematika. Para ahli matematika saling berbeda dalam mendefinisikan matematika, dan definisi itu saling melengkapi. John dan Rising (dalam Ruseffendi, 1993 : 28) mengatakan, bahwa matematika adalah pola pikir, pola mengorganisasikan pembuktian yang logik; matematika itu adalah bahasa yang menggunakan istilah yang didefinisikan dengan cermat, jelas dan akurat, representasinya dengan simbol dan padat, lebih berupa bahasa simbol mengenai ide (gagasan) daripada mengenai bunyi; matematika adalah pengetahuan struktur yang terorganisasikan sifat-sifat atau teori-teori itu dibuat secara deduktif berdasarkan unsur-unsur yang didefinisikan atau tidak didefinisikan, aksioma-aksioma, sifat-sifat, atau teori-teori yang telah dibuktikan kebenarannya; matematika adalah ilmu tentang pola, keteraturan pola atau ide; dan matematika itu keterampilan.

Menurut Hudoyo (1988 : 3), pada hakekatnya, "Matematika adalah bekenaan dengan ide-ide atau konsep-konsep abstrak yang tersusun secara hirarkhis dan penalarannya deduktif". (Slamet Dajono ,dalam Sukahar, 1997 : 41) mengemukakan tiga macam pengertian elementer matematika, yaitu:

1. Matematika sebagai ilmu pengetahuan tentang bilangan dan ruang.
2. Matematika sebagai studi ilmu pengetahuan tentang klasifikasi dan konstruksi serbagai struktur dan pola yang dapat diimajinasikan.
3. Matematika sebagai kegiatan yang dilakukan oleh para matematisi.

Dari pendapat di atas nampak perbedaan dari definisi matematika yang dikemukakan. Meskipun terdapat perbedaan matematika dari definisi yang dikemukakan, ada kesamaan pandangan tentang ciri-ciri khusus matematika, seperti yang dikemukakan (Soedjadi, 1995),

1. Obyek-obyek matematika adalah abstrak.
2. Simbol-simbol yang kosong dari arti.
3. Kesepakatan dan pemikiran deduktif aksiomatik.
4. Ketaatazasan dan anti kontradiksi.
5. Kesemestaan sebagai pembatas pembahasan.

Untuk mencari kebenaran di dalam matematika digunakan metode deduktif. Walaupun di dalam matematika ada kalanya digunakan cara induktif, intuitif atau coba-coba sebagai awal mencari kebenaran, namun generalisasi yang diperoleh tersebut harus dibuktikan secara deduktif. Penemuan cara induktif, intuitif atau coba- coba tersebut harus diorganisasikan dengan pembuktian secara deduktif. Hal ini disebabkan dalam matematika suatu generalisasi, sifat dan teorema belum dapat diterima kebenarannya sebelum dibuktikan secara deduktif. Teorema-teorema yang diperoleh secara deduktif, digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah dalam matematika juga dalam dunia nyata.

Salah satu ciri atau karakteristik matematika, obyeknya abstrak dan hanya ada dalam pikiran manusia. Menurut Begle (dalam Soedjadi, 1985 : 10), "Obyek matematika terdiri dari fakta, konsep, operasi dan prinsip". Bell (dalam Yarman 1997 : 11) membagi obyek matematika atas dua bagian, Obyek langsung dan obyek tidak langsung. Obyek langsung terdiri

dari skill/keterampilan, konsep dan prinsip atau dalil. Obyek tak langsung meliputi transfer belajar, kemampuan inquiri, kemampuan memecahkan masalah.

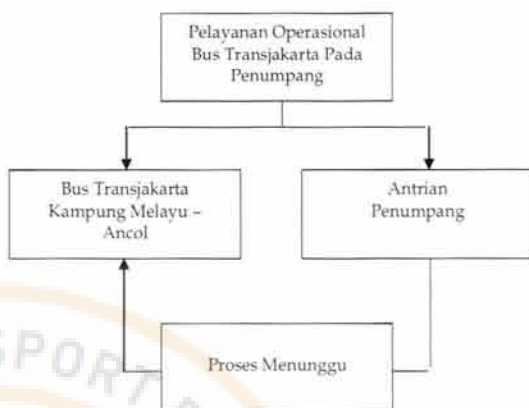
Secara umum pendapat Begle dengan Bell sama, perbedaannya menurut Bell bahwa skill/keterampilan meliputi operasi dan prosedur keterampilan matematika adalah semua operasi dan prosedur yang diharapkan untuk dimiliki siswa dan ahli matematika secara cepat dan tepat. Siswa yang telah menguasai suatu keterampilan apabila dapat menunjukkan keterampilan tersebut secara tepat dengan menyelesaikan berbagai jenis masalah yang memerlukan keterampilan atau menerapkan keterampilan dalam berbagai situasi. Penyajian struktur matematika selalu dipergunakan simbol untuk menata hubungan antar ide/konsep, aturan dengan operasi tertentu untuk pembentukan konsep baru. Menurut Soedjadi (1985 : 13), "Simbol-simbol di dalam matematika masih kosong dari arti, sehingga dapat diberi arti sesuai lingkup semestanya".

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, dapat dikatakan hakikat matematika merupakan kumpulan ide-ide bersifat abstrak, struktur-struktur dan hubungannya diatur menurut aturan logis.

Teori Antrian berkenaan dengan seluruh aspek dari situasi dimana penumpang harus antri untuk mendapatkan suatu layanan. Antrian merupakan bagian dari kehidupan manusia sehari-hari. Antrian terbentuk bilamana banyaknya yang akan dilayani melebihi kapasitas layanan yang tersedia. Dalam banyak hal, penambahan jumlah layanan dapat dipenuhi untuk mengurangi antrian atau menghindari antrian yang terus membesar.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian



Gambar 1: Rancangan Penelitian

Dari gambar tersebut diatas terlihat bahwa untuk melakukan mobilisasi sebagian masyarakat di Propinsi DKI Jakarta dan sekitarnya memerlukan sarana transportasi. Salah satunya transportasi yang beroperasi melayani penumpang dari terminal Kampung Melayu ke Ancol. Kurangnya ketersediaan armada publik transport Transjakarta menyebabkan panjang antrian penumpang yang tak terbendung terutama disaat waktu sibuk (peak hours) antara pukul 06.30 hingga Pukul 08.00.

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan menghitung antrean penumpang untuk menunggu kedatangan bus Transjakarta.

C. Metode Pengolahan Data

1. Model Antrian

Sistem antrian mencakup penumpang Bus Transjakarta yang datang dengan laju konstan atau bervariasi untuk mendapatkan pelayanan di Terminal Kampung Melayu.

Jika penumpang yang datang dapat memasuki fasilitas layanan, mereka dapat langsung dilayani. Jika penumpang harus menunggu dilayani, mereka berpartisipasi atau membentuk antrian, dan akan berada dalam antrian hingga mereka dapat giliran untuk dilayani. Mereka akan dilayani dengan laju layanan yang konstan atau bervariasi dan akhirnya meninggalkan sistem. Sistem antrian mencakup baik antrian dan fasilitas layanannya.

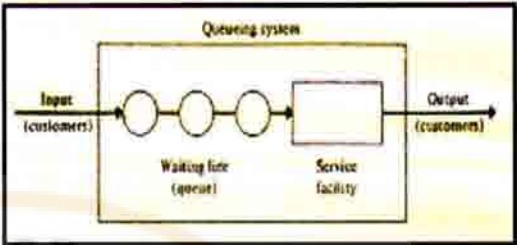
Terdapat beberapa tipe sistem antrian, akan tetapi semua itu dapat diklasifikasikan kedalam ciri-ciri berikut:

- a. **Proses input atau kedatangan:** proses ini mencakup banyaknya kedatangan per satuan waktu, jumlah antrian yang dapat dibuat, maksimum panjang antrian, dan maksimum jumlah penumpang potensial (yang menghendaki layanan).
- b. **Proses layanan:** proses ini mencakup sebaran waktu untuk melayani seorang penumpang, banyaknya layanan yang tersedia, dan pengaturan layanan (paralel atau seri).
- c. **Disiplin antrian:** ini merupakan bentuk dimana penumpang membentuk antrian : yang datang duluan dilayani duluan atau FIFO (*First In First Out*), yang datang terakhir dilayani duluan atau LIFO (*Last In First Out*), pemilihan secara acak, pemilihan berdasarkan prioritas, dan lain sebagainya.

Dalam bagian ini, kita asumsikan bahwa:

- a. Layanan mengikuti aturan siapa datang dahulu, akan dilayani dahulu pula (FIFO)

- b. Datangnya Penumpang benar-benar secara acak namun dengan laju tertentu.
- c. Sistem antrian berada dalam kondisi *steady-state*.



Gambar 2. Antrean dengan model FIFO (*First In First Out*)

Ketiga asumsi ini valid dalam kebanyakan sistem antrian yang sistematis dan akan digunakan untuk menggambarkan penggunaan teori antrian dengan asumsi:

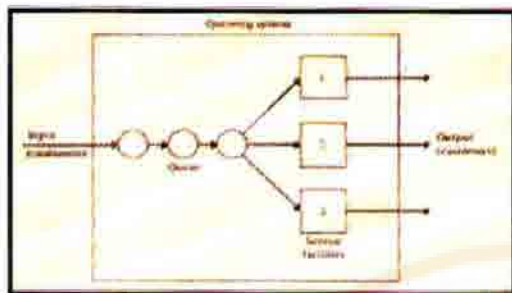
1. menerangkan bahwa penumpang yang datang duluan akan dilayani terlebih dulu tak peduli apakah penumpang akan berada dalam antrian atau tidak.
2. menerangkan bahwa kedatangan memiliki kesempatan yang sama kapan saja dan tidak tergantung oleh waktu yang telah berlalu sejak kedatangan terakhir. Ini setara dengan mengatakan bahwa banyaknya kedatangan per satuan waktu merupakan peubah acak (*random variable*) yang menyebar menurut sebaran Poisson. (Dimiyati, dalam Eksperimen Poisson, 1999:309) Dimana bila X = banyaknya kedatangan per satuan waktu, maka:

$$f(X) = P(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad x = 0, 1, 2, \dots, \lambda > 0$$

dan $E(X) = \lambda$ (1)

Dimana : banyaknya kedatangan per satuan waktu. Hasil menarik lainnya (asumsi (b)) adalah bahwa waktu diantara dua kedatangan

berturutan, T (juga sering disebut dengan *interarrival time*) memiliki sebaran eksponensial dengan parameter yang sama, λ .



Gambar 3. Antrean dengan model secara acak namun dengan laju tertentu

Dengan demikian apabila T = waktu diantara dua kedatangan, maka :

$$g(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad \lambda > 0 \quad t > 0 \dots\dots\dots (2)$$

dan

$$E(T) = \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots (3)$$

Jadi dapat disimpulkan, jika banyaknya kedatangan persatuan waktu memiliki sebaran *Poisson* dengan rata-rata 1, maka waktu diantara dua kedatangan memiliki sebaran eksponensial dengan rata-rata $1/\lambda$. Sistem antrian seperti ini dikatakan memiliki *input Poisson*, dan penumpang dikatakan datang mengikuti *Proses Poisson*.

Asumsi (c) berarti bahwa sistem antrian telah beroperasi cukup lama bebas dari keadaan awal sistem dan tidak tergantung dari waktu. Yang dimaksudkan disini adalah sistem telah berada pada suatu keadaan seimbang berdasarkan waktu. Sebaran jumlah kedatangan per satuan waktu dan sebaran waktu layanan tidak berubah berdasarkan waktu.

Misalkan

S_n = Banyaknya penumpang yang berada di dalam sistem

$P_n(t)$ = Peluang n penumpang berada dalam sistem pada waktu t

λ_n = Rataan laju kedatangan apabila n penumpang berada di dalam sistem (sedang menunggu atau dilayani)

μ_n = Rataan laju layanan apabila n penumpang berada di dalam sistem

Sistem yang berada dalam kondisi *steady-state* tidak berimplikasi bahwa laju kedatangan dan laju layanan bebas akan banyaknya penumpang dalam sistem. Untuk antrian terhingga, sumber yang terbatas, dan model layanan-ganda, λ_n dan μ_n merupakan fungsi dari jumlah penumpang dalam system. Dalam kondisi *steady-state*, kita akan gunakan notasi P_n peluang n penumpang berada dalam sistem kapan saja.

A. Model Antrian Tak Hingga - Sumber Tak Hingga Layanan Tunggal

Masih berkaitan dengan *input Poisson* dan layanan *Eksponensial*, dimana antrian diasumsikan dapat berukuran besar sekali, demikian juga penumpang potensial (sumber) juga sangat besar serta hanya terdapat satu layanan saja dalam sistem. Asumsi lain yang perlu ditambahkan adalah

1. Rata-rata laju kedatangan konstan, $\lambda_n = \lambda$ untuk semua n .
2. Rata-rata laju layanan konstan, $\mu_n = \mu$ untuk semua n .
3. Rata-rata laju kedatangan lebih kecil dari rata-rata laju layanan, $\lambda < \mu$.

Dengan asumsi ini, dapat ditentukan bahwa P_0, P_1, P_2, \dots sebagai berikut

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n P_0 = \frac{P_0}{1 - \frac{\lambda}{\mu}} = \dots \dots \dots (4)$$

Dengan demikian dapat di peroleh

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \dots \dots \dots (5)$$

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \left(1 - \frac{\lambda}{\mu} \right) \text{ untuk } n = 1, 2, 3, \dots \dots \dots (6)$$

Untuk model ini, misalkan X = banyaknya kedatangan per satuan waktu, maka

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad \lambda > 0 \quad x = 0, 1, 2, 3, \dots \text{ dan } E(X) = \lambda \dots \dots \dots (7)$$

Parameter λ merupakan rata-rata laju kedatangan per satuan waktu.

Misalkan juga T = waktu untuk melayani calon penumpang, maka:

$$g(t) = \mu e^{-\mu} \quad \lambda > 0 \quad t = 0 \text{ dan } E(T) = \frac{1}{\mu} \dots \dots \dots (8)$$

Telah kita bicarakan sebelumnya, apabila banyaknya kedatangan penumpang per satuan waktu menyebar menurut sebaran Poisson dengan parameter λ , maka waktu antar kedatangan berurutan menyebar menurut sebaran eksponensial dengan parameter yang sama yaitu λ . Sebagaimana hal ini, jika waktu layanan menyebar menurut sebaran eksponensial dengan μ parameter maka banyaknya penumpang yang dilayani persatuan waktu juga menyebar menurut sebaran Poisson dengan parameter μ . Secara umum λ di sebut sebagai laju kedatangan dan μ di sebut sebagai laju layanan. Kita tertarik dalam pemodelan dari sistem ini dan mempelajari ciri penting darinya untuk menentukan jika hasilnya dapat digunakan untuk memodifikasi sistem antrian. Modifikasi dapat dilakukan, misalnya dengan menambah jumlah layanan,

menyediakan ruang yang lebih untuk tempat antrian, atau menambahkan armada untuk menaikkan waktu layanan. Kebanyakan keputusan berdasarkan dari beberapa quantity berikut:

$$\left[L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \right] = \text{Rata-rata banyak nya penumpang berada dalam sistem}$$

$$L_e = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \text{Rata-rata banyak nya penumpang dalam antrian}$$

$$L_w = \frac{\mu}{\mu - \lambda} = \text{Rata-rata banyak nya penumpang dalam antrian yang tak kosong}$$

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda} = \text{Rata-rata waktu yang diperlukan Penumpang berada dalam sistem}$$

$$W_e = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \text{Rata-rata waktu yang diperlukan Penumpang berada dalam antrian}$$

$$P(n > k) = \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^{k+1} = \text{Peluang terdapat lebih dari penumpang berada di dalam sistem}$$

$$P(T > t) = e^{-\mu(1 - \frac{\lambda}{\mu})t} = \text{Peluang waktu seorang penumpang berada dalam sistem sedikitnya } t \text{ satuan waktu}$$

Dari informasi tersebut diperoleh hubungan bahwa $L = \lambda W, L_q = \lambda W_q$

$$w = w_e + \frac{1}{\mu} \text{ dan } L = L_e + \frac{\lambda}{\mu}$$

Dengan pengecualian untuk model antrian terbatas dan sumber terbatas, hubungan ini berlaku untuk semua model.

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Terminal Kampung Melayu dengan menghitung antrian penumpang terhadap pelayanan *Bus Transjakarta* dengan rute Kampung Melayu - Ancol, tanggal 4 Januari Pukul 06.30 hingga 07.30 WIB.

B. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan berupa data primer dilakukan dengan menghitung antrian penumpang terhadap pelayanan *Bus Transjakarta* di Terminal Kampung Melayu dengan memperhatikan beberapa hal yaitu:

- 1. Menghitung jumlah penumpang yang masuk dalam antrian tiap interval waktu 1 menit (60 detik).
- 2. Menghitung lama (detik) rata-rata penumpang berada dalam system pelayanan *Bus Transjakarta*
- 3. Menghitung lama (detik) rata-rata penumpang berada dalam antrian.

Dalam menghitung banyaknya penumpang didalam antrian, maka perhitungan dilakukan terhadap sistem layanan tunggal.

C. Metode Analisis

- 1. Laju kedatangan penumpang

Jumlah penumpang yang masuk didalam antrian dihitung setiap satu menit. Dari hasil survei dapat dilihat laju kedatangan penumpang (λ) pada halte bus Transjakarta di Terminal Kampung Melayu adalah 32,9 orang permenit dibulatkan menjadi 33 orang/menit seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Laju kedatangan calon penumpang/ menit

No	T (Detik)	λ Kedatangan Calon Penumpang
1	0-60	24
2	61-120	37
3	121-180	27
4	181-240	41
5	241-300	38
6	301-360	35
7	361-420	42
8	421-480	26
9	481-540	31
10	541-600	28
Rata-rata (λ)		32,9

Sumber: Data Primer diolah

- 2. Waktu yang diperlukan oleh penumpang untuk dapat naik ke dalam bus Transjakarta

Kedatangan bus Transjakarta yang cukup lama menyebabkan terjadinya penumpukan penumpang di Halte Transjakarta Terminal Kampung Melayu. Kedatangan bus Transjakarta merupakan waktu pelayanan kepada penumpang, seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kedatangan bus transjakarta merupakan waktu pelayanan kepada penumpang

Bus Transjakarta	Waktu kedatangan μ (menit)
1	11
2	14
3	13
4	17
5	19
6	16
7	12
8	11
9	16
10	10
Rata-rata	13,9

Berdasarkan tabel tersebut diatas, maka dapat diketahui bahwa waktu yang diperlukan oleh penumpang untuk menunggu kedatangan bus Trans Jakarta adalah 13,9 menit atau dibulatkan menjadi 14 menit.

3. Rata-rata banyaknya penumpang menunggu dalam antrian

Sebelum menghitung rata-rata banyak nya penumpang menunggu dalam antrian, maka perlu diketahui peluang seorang penumpang dapat masuk dalam bus Transjakarta tanpa harus menunggu, adalah sebagai berikut:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda}{\mu} + \frac{1}{2} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^2 + \frac{1}{6} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^3 + \frac{1}{\left(1 - \frac{\lambda}{3\mu} \right)}}$$

$$\begin{aligned} P_0 &= \frac{1}{1 + (33/14) + \frac{1}{2} (33/14)^2 + \frac{1}{6} (33/14)^3 + \frac{1}{(1 - (33/42))}} \\ &= \frac{1}{1 + 2,35 + 2,78 + 1/(-10,42)} \\ &= \frac{1}{6,13 - 0,096} \\ &= 0,166 \end{aligned}$$

Dengan diketahuinya peluang penumpang dapat masuk dalam bus Transjakarta tanpa harus menunggu sebesar 0,166 maka rata-rata banyaknya penumpang yang menunggu didalam antrian adalah:

$$L = 33 / (14 - 33)$$

$$L = -1,74$$

$$\begin{aligned} LQ &= -1,74 \cdot (1 - 0,166) \\ &= -11,676 \end{aligned}$$

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

Nilai laju efektif dari banyaknya penumpang yang menunggu didalam antrian adalah:

$$\lambda_{\text{eff}} = 14 \cdot (1 - 0,166)$$

$$= 5,88 \text{ per menit}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diatas, maka dapat diketahui bahwa setiap menitnya terdapat 5,88 penumpang menunggu.

4. Rata-rata waktu yang diperlukan Penumpang berada dalam sistem

W = Rata-rata yang diperlukan oleh penumpang berada didalam sistem adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

$$\begin{aligned} W &= 1 / (33 - 14) \\ &= 0,052 \end{aligned}$$

5. Rata-rata waktu yang diperlukan Penumpang berada dalam antrian

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$W_q = 14 / (33(33 - 14))$$

$$W_q = 14 / 627$$

$$W_q = 0,00223$$

Satuan waktu untuk penumpang dapat naik kendaraan adalah menit, maka:

$$T = 0,00223 \times 3600 = 8,028 \text{ menit.}$$

PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan diatas, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Setiap *peak hours*, waktu penumpang menunggu kedatangan bus Transjakarta (T) adalah 8,028 menit. Kondisi tersebut tentunya akan membuat antrian penumpang yang berebut untuk dapat masuk dalam bus Transjakarta adalah sebagai berikut:

Panjang antrean = laju (λ) Kedatangan Calon Penumpang rata-rata \times (T)

= 33 penumpang \times 8,028

= 264,9 penumpang

= 265 penumpang

2. Setiap bus Transjakarta diasumsikan dapat menampung 70 penumpang. Oleh sebab itu, setiap 8,028 menit diperlukan armada sebagai berikut:

Kebutuhan armada = $265/70$ penumpang

= 3,786 di bulatkan 4 armada.

3. Terkait dengan beberapa hal tersebut diatas, maka diketahui bahwa kebutuhan setiap armada bus transjakarta adalah: $8,028 \text{ menit} / 4 = 2 \text{ menit}$

KESIMPULAN

Bila memperhatikan hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Laju kedatangan penumpang rata-rata adalah 33 penumpang permenit.
2. Setiap *peak hours*, waktu penumpang menunggu kedatangan bus Transjakarta (T) adalah 8,028 menit.
3. Setiap 8,028 menit diperlukan 4 armada bus Transjakarta untuk dapat mengangkut 265 penumpang.

SARAN

Dari hasil analisis maka disarankan penyelenggara publik transport Transjakarta untuk dapat lebih banyak meningkatkan jumlah armadanya. Kondisi tersebut akan membuat penumpang mendapatkan rasa nyaman dan banyak pengguna kendaraan pribadi yang

mau beralih ke bus Transjakarta. Terkait dengan hal tersebut diatas, maka kemacetan di Kota Jakarta dapat teratasi.

DAFTAR PUSTAKA

Morlok EK, 1995, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga

Sistranas, 2003, *Sistem Transportasi Nasional*, Departemen Perhubungan

Tamin OZ, 2000, *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*, Edisi ke-2, ITB Bandung

*) Lahir di Kebumen 22 Juni 1956, saat ini sebagai peneliti Muda di sekretariat Badan Litbang Perhubungan.